

Rec'd PCT/PTO 03 FEB 2005

PCT/EP U 3 / 1 4 4 6 2

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

22.03.2004

#2

10/523282

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 01 JUN 2004
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

102 59 770.7

Anmeldetag:

19. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber:

LINOS Photonics GmbH & Co KG, 37081 Göttingen/DE

Erstanmelder: LINOS Photonics GmbH,
82152 Planegg/DE

Bezeichnung:

Pockelszelle

IPC:

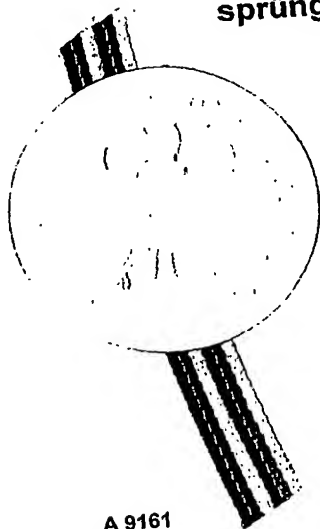
G 02 F, H 01 S

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wehner

Wehner



A 9161
03/00

BEST AVAILABLE COPY

POCKELSZELLE

Die Erfindung betrifft eine Pockelszelle gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs, nämlich mit zwei vorzugsweise identischen, in Strahlungsrichtung auf thermische Kompensation zueinander orientierte hintereinander und mit Abstand zueinander angeordneten, im Querschnitt quadratischen, quaderförmigen RTP-Kristallen, von denen jeder an zwei zueinander gegenüberliegenden Flächen mit Elektroden versehen ist, wobei diese Flächen des einen Kristalls zu jenen des anderen Kristalls um 90° bezüglich der Strahlungsrichtung gedreht sind.

Solche als elektrooptische Schalter wirkende Pockelszellen sind an sich bekannt. Die optische Hintereinanderanordnung ist notwendig, um die temperaturabhängige Wirkung der Doppelbrechung zu eliminieren und ist an sich bekannt. Bei an die Elektroden angelegter Spannung addieren sich die elektrooptisch induzierten Phasenverschiebungen, und bei der Halbwellenspannung ist die Polarisationsrichtung am Ausgang der Kristallanordnung um 90° relativ zur Richtung am Eingang gedreht, was den gewünschten - optischen - Schalteffekt bewirkt.

Von Nachteil bei diesen bekannten Pockelszellen ist jedoch, daß die thermische Kompensation nur dann funktioniert, wenn die vorzugsweise identischen Kristalle exakt gleich lang sind. Nachdem die Kristalle einen Teil der in Strahlungsrichtung einfallenden Laserstrahlung absorbieren, wird diese lokal in Wärmeenergie umgewandelt und führt zu einer Erhöhung der Temperatur, was dazu führen kann, daß aufgrund einer unterschiedlichen thermischen Ausdehnung die Kristalle ungleich lang werden, was unerwünscht ist. Außerdem werden durch Temperaturunterschiede bedingte Unterschiede des Berechnungsindex entlang der Strahlungsrichtung in den Kristallen den Kompensationseffekt verschlechtern.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Pockelszelle gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs so weiterzubilden, daß trotz der teilweise durch den Kristall absorbierten Laserstrahlung die thermische Kompensation aufrechterhalten bleibt.

Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Pockelszelle gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs erfindungsgemäß durch dessen kennzeichnende Merkmale, nämlich dadurch gelöst, daß um die Außenseiten der Elektroden flexible, gut wärmeleitende sowie elektrisch isolierende, elektrisch hochspannungsfeste Kunststoff- oder Gummimatten vorgesehen sind und daß diese der Innenseite eines Kühlkörpers anliegen.

Mit dieser Ausgestaltung ist es möglich, die im Kristall entstehende Wärme möglichst gleichmäßig an den Kühlkörper abzuführen, wodurch auch die

Elektroden den Kristall mechanisch nur minimal verspannen, so daß insgesamt beide Kristalle trotz der in ihnen entstehenden Wärme gleich lang sind und sich an ihnen eine möglichst gleichmäßige Temperaturverteilung ergibt, ohne daß zugleich die Elektroden den Kristall mechanisch verspannen. Es ergibt sich somit ein Höchstmaß an exakter thermischer Kompensation der Pockelszelle durch die erfindungsgemäß vorgesehene Kühlung, wobei diese über jede der insgesamt vier mit Elektroden versehenen Flächen der beiden Kristalle homogen und in Bezug auf die beiden Elektrodenflächen jedes Kristalls symmetrisch sind. Gleichzeitig werden die auch mittels der Elektroden zugleich mechanisch gehalterten Kristalle aufgrund der Verwendung der flexiblen Kunststoffmatten verspannungsarm gehaltert. Es können auch andere, als RTP-Kristalle verwendet werden, wenn diese wegen temperaturabhängiger Wirkung der Doppelbrechung auch eine Kompensation benötigen. Ebenso ist die Hintereinanderordnung von vier Kristallen erfindungsgemäß möglich.

Wenn in weiterer Ausgestaltung die Ausbildung der Kühlkörper und die Anordnung der Kristalle hierzu symmetrisch gewählt wird, so ergibt sich weiterhin eine über die Elektrodenflächenpaare jeweils benachbarter Kristalle homogene Kühlung.

Diese Kühlung wird erfindungsgemäß dadurch vergrößert, daß die Kühlkörper aus Kupfer bestehen und in Strahlungsrichtung verlaufende sowie symmetrisch zueinander angeordnete Kühlkanäle aufweisen.

Mit besonderem Vorteil werden benachbarte Kühlkanäle antiparallel von einer Kühlflüssigkeit durchströmt,

wodurch sich auch eine homogene Verteilung der Temperatur ergibt.

Dieser Effekt kann dadurch noch verstärkt werden, daß auch die aus einem Winkelprofil eines elektrischen Leiters gebildeten Elektroden symmetrisch ausgebildet sind. Hierbei besteht jede der beiden Elektroden aus zwei bezüglich eines Symmetriepunktes punktsymmetrischen Teilen, die um die parallel zur Strahlungsrichtung durch den Symmetriepunkt verlaufende Symmetrieachse um 90° zueinander verdreht sind, wobei die eine Elektrode geteilt ausgebildet sein kann, um Wärmespannungen minimal zu halten.

Der Fachmann weiß es ferner zu schätzen, daß der elektrische Anschluss für die beiden Elektroden durch jede Halbschale des Kühlkörpers elektrisch isoliert und parallel zu deren Trennebene hindurchgeführt ist, wodurch das Prinzip der Symmetrie auch konsequent weitergeführt ist und der gleichmäßigen Temperaturverteilung bzw. Kühlung der Kristalle zuträglich ist.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigt:

Figur 1a die Pockelszelle mit Kühlkörper und Elektroden als Sprengbild;

Figur 1b die Pockelszelle gemäß Figur 1 in Detailansicht und als weiteres Sprengbild in

anderer Perspektive;

Figur 2 die Pockelszelle mit Kühlkörper gemäß Figur 1, im zusammengebauten Zustand und in teilweise ausgebrochener Ansicht;

Figur 3 die Pockelszelle gemäß Figur 1 im halb zusammengebauten Zustand und in perspektivischer Darstellung;

Figur 4 die Pockelszelle gemäß Figur 1, in Frontansicht.

In Figur 1a ist die Pockelszelle als Sprengbild dargestellt. Es sind zwei in Strahlungsrichtung 5 hintereinander und mit Abstand voneinander angeordnete, im Querschnitt quadratische sowie quaderförmige RTP-Kristalle 6, 7 vorgesehen, von denen jeder an zwei einander gegenüberliegenden Flächen mit Elektroden 8, 9 aus Metall versehen ist, wobei die Flächen des einen Kristalls zu jenen des anderen Kristalls um 90° bezüglich der Strahlungsrichtung 5 gedreht sind. Die Elektroden sind an den einander gegenüberliegenden Flächen des Kristalls z.B. durch Aufkleben angebracht.

Die eine der beiden Elektroden 8 ist hierbei vorzugsweise einstückig und bezüglich eines Symmetriepunktes 30 punktsymmetrisch (Figur 1b) ausgebildet, die um die parallel zur Strahlungsrichtung 5 durch den Symmetriepunkt 30 verlaufende Symmetrieachse 31 um 90° zueinander verdreht sind. Die andere Elektrode 9 ist hierbei zweistückig so ausgebildet, daß der Symmetriepunkt 30 von den beiden Einzelteilen 30a, 30b gleich weit

beabstandet ist und Symmetrieachsen für eventuell zwei Symmetriepunkte 8 und 9 definieren.

Um die Außenseiten der Elektroden sind flexible, gut wärmeleitende sowie elektrisch isolierende, elektrisch hochspannungsfeste Matten 10 aus Kunststoff oder Gummi vorgesehen. Diese Matten 10 sind über ein doppelseitiges Klebeband 11, welches gut wärmeleitend sowie elektrisch isolierend ausgebildet ist, an der Innenseite 12 eines insgesamt mit 13A, 13B, bezeichneten Kühlkörpers angeklebt und liegen infolge dieser Innenseite 12 fest an. Der Kühlkörper ist aus zwei Halbschalen 13A, 13B, ausgebildet, die unter Freilassung des Aufnahmebereichs 14 für die beiden mit den Kunststoffmatten 10 umgebenen Kristalle 6, 7 an ihrer Trennebene 15 fest miteinander verbindbar sind.

Der Aufnahmebereich 14 jeder Halbschale 13A, 13B weist zwei senkrecht aufeinanderstehende, sich parallel zur Strahlungsrichtung 5 erstreckende, ebene Anlageflächen, 16, 17 auf, von denen die eine einer Elektrode und die andere einer elektrodenfreien Fläche jedes Kristalls zugewandt ist.

Jeder Kühlkörper 13A, 13B weist parallele zur Strahlungsrichtung 5 verlaufende, jeweils eine Kanalachse aufweisende Kühlkanäle 18, 19 gleichen Durchmessers auf, die jeweils gleichen Abstand von der Trennebene 15 und den doppelten Abstand voneinander besitzen. Die Kühlkanäle dienen zum Durchströmen für eine Kühlflüssigkeit. Die Kanalachse jedes Kühlkanals 18, 19 der beiden Kühlkörper 13A und 13B verlaufen hierbei parallel zueinander. Ferner ist der Abstand jeder Kanalachse der Kühlkanäle 18, 19 von der zugehörigen Anlagefläche 16, 17 gleich groß.

Beide Kühlkörper bestehen aus Kupfer, wobei beide Halbschalen identisch ausgebildet sind und den beim wiedergegebenen Ausführungsbeispiel im wesentlichen säulenförmigen Kühlkörper 13 bilden. Aufgrund der symmetrischen Ausgestaltung der Kühlkanäle 18, 19 der beiden Halbschalen 13A, 13B des Kühlkörpers 13 mit seinen Anlageflächen 16, 17 ist eine gleichmäßige Kühlwirkung auf die in der Innenseite 12 des Kühlkörpers angeordnete Pockelszelle möglich.

Weiterhin ist jede Halbschale 13A, 13B des Kühlkörpers 13 mit einem Anschluß 20, 21 für jede der beiden Elektroden versehen. Hierbei ist jeder Anschluß als hülsenartiges Teil ausgebildet und parallel zu deren Trennebene 15 so ausgerichtet, daß die eine Hälfte der Hülse in der einen und die andere Hälfte der Hülse in der anderen Halbschale des Kühlkörpers angeordnet ist. Der elektrische Anschluß ist mit Vorteil ferner im Bereich des Freiraums zwischen den voneinander beabstandet angeordneten beiden Kristallen angeordnet. Durch die Anordnung der Kristalle 6, 7 der Pockelszelle in den beiden Halbschalen 13A, 13B des Kühlkörpers sowie dessen Ausbildung mit Kühlkanälen und elektrischen Anschlüssen für die Elektroden 8, 9 der Pockelszelle ist eine gleichmäßige Kühlung und damit weitestgehend gradientenfreie Temperaturverteilung möglich. Infolgedessen ist ein sehr hoher Wirkungsgrad bei der thermischen Kompensation der beiden Kristalle möglich. Zugleich sind diese besonders verspannungsarm gehalten, was einerseits Beschädigungen verhindert, andererseits auch keine die thermische Kompensation hindernden mechanischen Spannungen in dem Kristall zuläßt.

LINOS PHOTONICS GmbH

S 22557 P-DE
(17.12.2002/sä/st)

A N S P R Ü C H E

1. Pockelszelle mit zwei in Strahlungsrichtung (5) auf thermische Kompensation zueinander orientierte hintereinander und mit Abstand zueinander angeordneten, im Querschnitt quadratischen, quaderförmigen RTP-Kristallen (6,7), von denen jeder an zwei einander gegenüberliegenden Flächen mit Elektroden (8, 9) versehen ist, wobei diese Flächen des einen Kristalls zu jenen des anderen Kristalls um 90° bezüglich der Strahlungsrichtung (5) gedreht sind, dadurch gekennzeichnet, daß um die Außenseiten der Elektroden (8, 9) flexible, gut wärmeleitende, sowie elektrisch isolierende, elektrisch hochspannungsfeste Kunststoffmatten (10) vorgesehen sind und daß diese der Innenseite (12) eines Kühlkörpers (13A, 13B) anliegen.

2. Pockelszelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (13A, 13B) aus zwei Halbschalen besteht, die unter Freilassung des Aufnahmebereichs (14) für die beiden mit den Kunststoffmatten (10) umgebenen Kristalle (6, 7) an ihrer Trennebene (15) fest miteinander verbindbar sind.

3. Pockelszelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufnahmebereich (14) jeder Halbschale zwei senkrecht aufeinanderstehende, sich parallel zur Strahlungsrichtung (5) erstreckende, ebene Anlageflächen (16, 17) aufweist, von denen die eine einer Elektrode und die andere einer elektrodenfreien Fläche des Kristalls zugewandt ist.

4. Pockelszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper mit parallel zur Strahlungsrichtung verlaufenden, eine Kanalachse jeweils aufweisenden Kühlkanälen gleichen Durchmessers und mit gleichem Abstand von der Tennebene des Kühlkörpers und mit doppelt so großem Abstand voneinander für eine Kühlflüssigkeit versehen ist.

5. Pockelszelle nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jede Halbschale des Kühlkörpers mit zwei Kühlkanälen versehen ist.

6. Pockelszelle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der von allen Mittelsenkrechten jeder Anlagefläche gebildeten Mittelsenkrechterebene, die Kanalachse des jeweils zugehörigen Kühlkanals gleich weit entfernt angeordnet ist.

7. Pockelszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zueinander benachbarte Kühlkanäle zum gegensinnigen Durchströmen der Kühlflüssigkeit ausgebildet sind.

8. Pockelszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper Kupfer enthält.

9. Pockelszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß beide Halbschalen identisch ausgebildet sind, vorzugsweise den insgesamt säulenförmigen Kühlkörper bilden.

10. Pockelszelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffmatte mit der Elektrode vorzugsweise mittels eines gut wärmeleitenden Klebers kontaktiert ist.

11. Pockelszelle nach Anspruch 1 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffmatte mit der Anlagefläche des Kühlkörpers vorzugsweise durch Ankleben kontaktiert ist.

12. Pockelszelle nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffmatte an die Anlageflächen des Kühlkörpers mittels eines doppelseitig klebenden, gut wärmeleitenden, elektrisch isolierenden und elektrisch hochspannungsfesten Klebebandes angeklebt ist.

13. Pockelszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffmatte auch auf den elektrodenfreien Seiten des Kristalls anliegen.

14. Pockelszelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die beiden Kristalle zwei Elektroden vorgesehen sind.

15. Pockelszelle nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Elektroden identisch ausgebildet sind.

16. Pockelszelle nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden aus einem Winkelprofil eines elektrischen Leiters, vorzugsweise eines Metalls gebildet sind.

17. Pockelszelle nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß jede der beiden Elektroden aus zwei bezüglich eines Symmetriepunktes punktsymmetrischen Teilen besteht, die um die parallel zur Strahlungsrichtung durch den Symmetriepunkt verlaufende Symmetrieachse um 90° zueinander verdreht sind.

18. Pockelszelle nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Anschluß für die beiden Elektroden durch jede Halbschale elektrisch isoliert und parallel zu deren Trennebene hindurchgeführt ist.

19. Pockelszelle nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Anschluß im Bereich des Freiraums zwischen den beiden Kristallen angeordnet ist.

20. Pockelszelle nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß in dem säulenförmigen Kühlkörper bezüglich dessen parallel zu der Grund- und der dazu parallel angeordneten Deckseite verlaufenden Symmetrieebene die Kristalle spiegelsymmetrisch und gegebenenfalls um 90° gedreht zueinander angeordnet sind.

LINOS PHOTONICS GmbH

S 22557 P-DE
(17.12.2002/sä/st)

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft eine Pockelszelle mit zwei in Strahlungsrichtung auf thermische Kompensation zueinander orientierten, hintereinander und mit Abstand zueinander angeordneten, im Querschnitt quadratischen, quaderförmigen RTP-Kristallen von denen jeder an zwei einander gegenüberliegenden Flächen mit Elektroden versehen ist, wobei diese Flächen des einen Kristalls zu jenen des anderen Kristalls um 90° bezüglich der Strahlungsrichtung (5) gedreht sind. Hierbei sind um die Außenseiten der Elektroden flexible, gut wärmeleitende, sowie elektrisch isolierende, elektrisch hochspannungsfeste Kunststoffmatten vorgesehen, welche der Innenseite eines Kühlkörpers anliegen.

Bezugszeichenliste

- 5 Strahlungsrichtung
- 6 RTP-Kristall
- 7 RTP-Kristall
- 8 Elektrode
- 9 Elektrode
- 10 Matte
- 11 doppelseitiges Klebeband
- 12 Innenseite des Kühlkörpers
- 13A Halbschale des Kühlkörpers
- 13B Halbschale des Kühlkörpers
- 14 Aufnahmebereich des Kühlkörpers
- 15 Trennebene der Halbschalen 13A, 13B
des Kühlkörpers
- 16 Anlagefläche des Kühlkörpers
- 17 Anlagefläche des Kühlkörpers
- 18 Kühlkanal
- 19 Kühlkanal
- 20 Anschluß für die Elektrode
- 21 Anschluß für die Elektrode
- 30 Symmetriepunkt der Elektrode
- 30a Teil der geteilten Elektrode 30
- 30b Teil der geteilten Elektrode 30
- 31 Symmetrieachse
- 31 Symmetrieachse

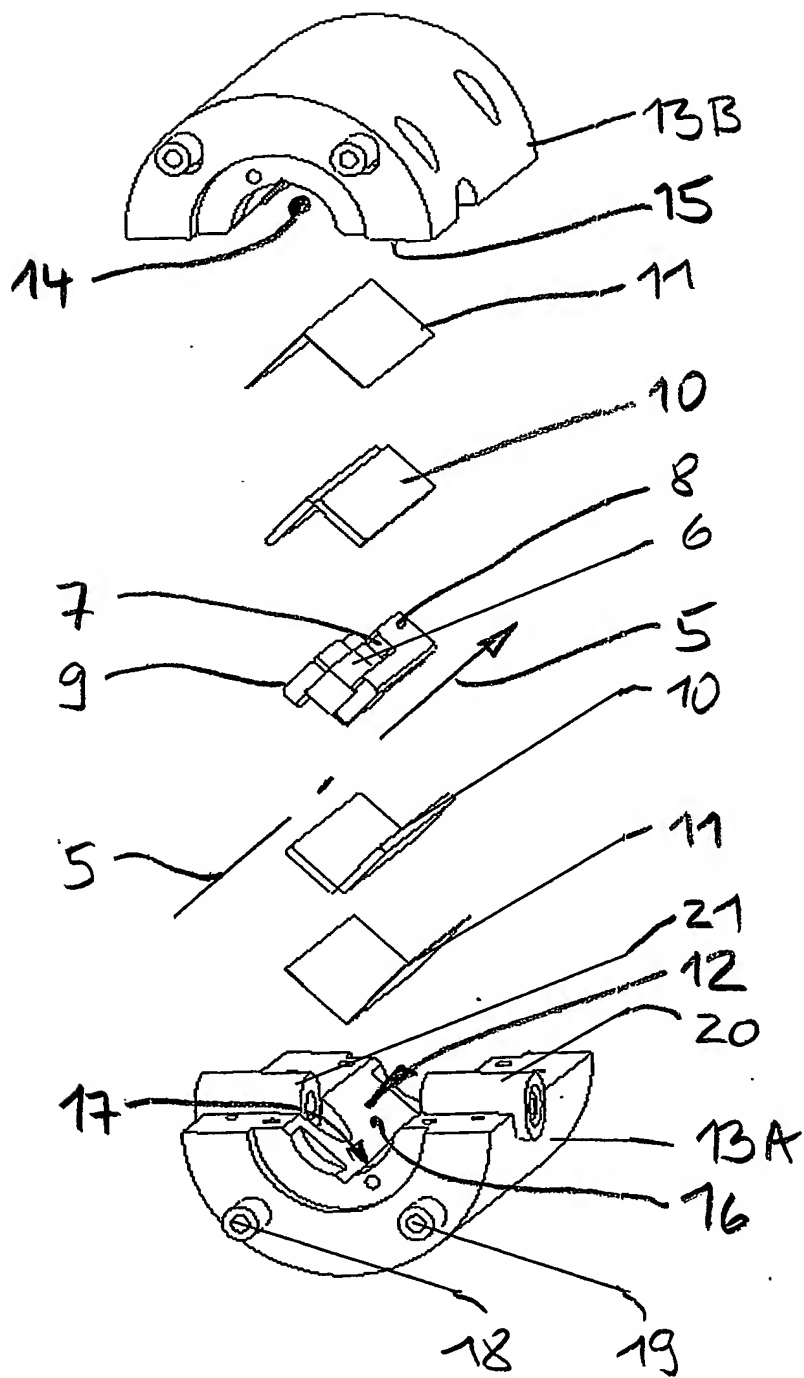


Fig. 1a

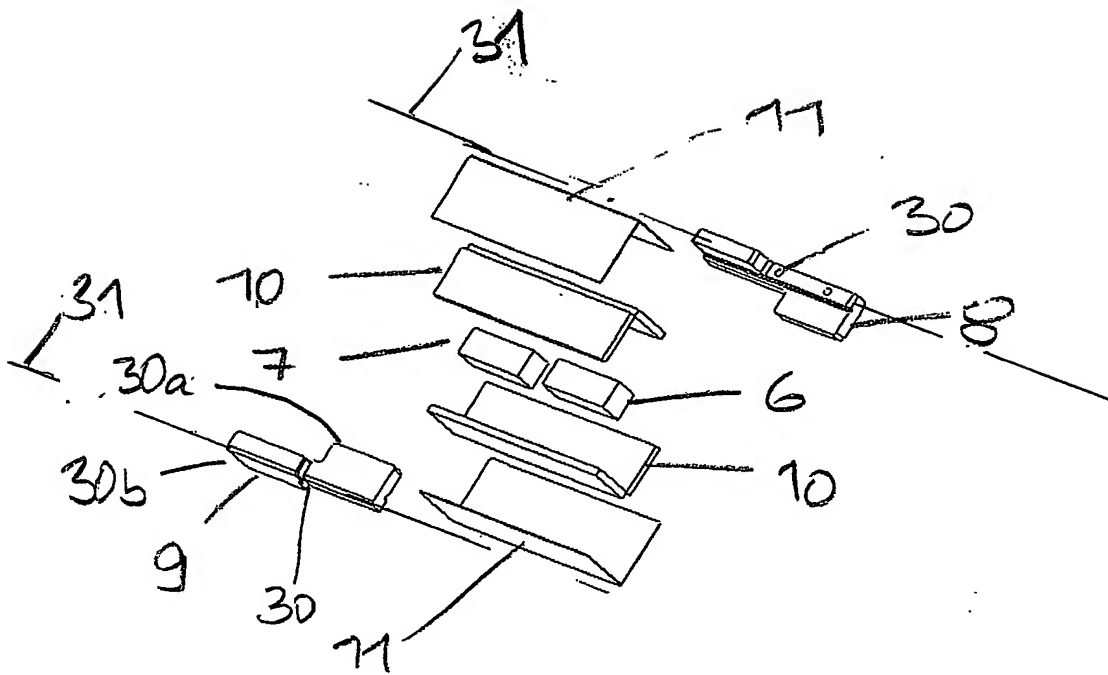
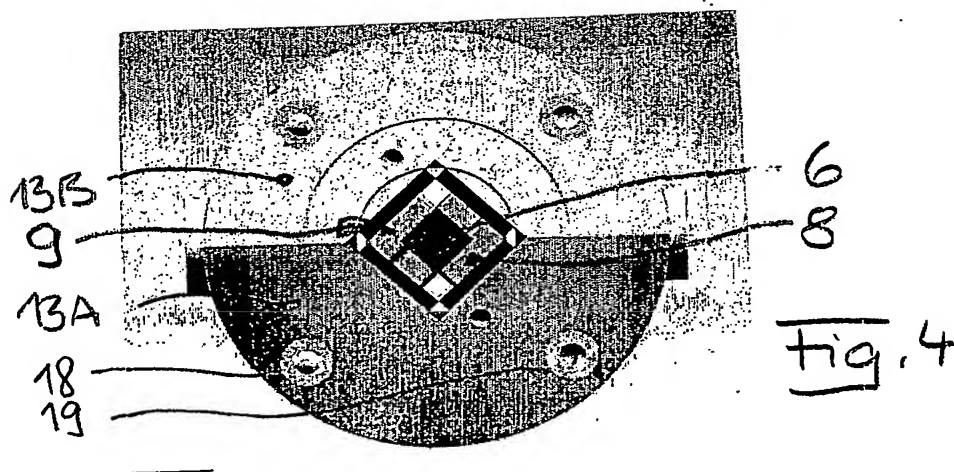
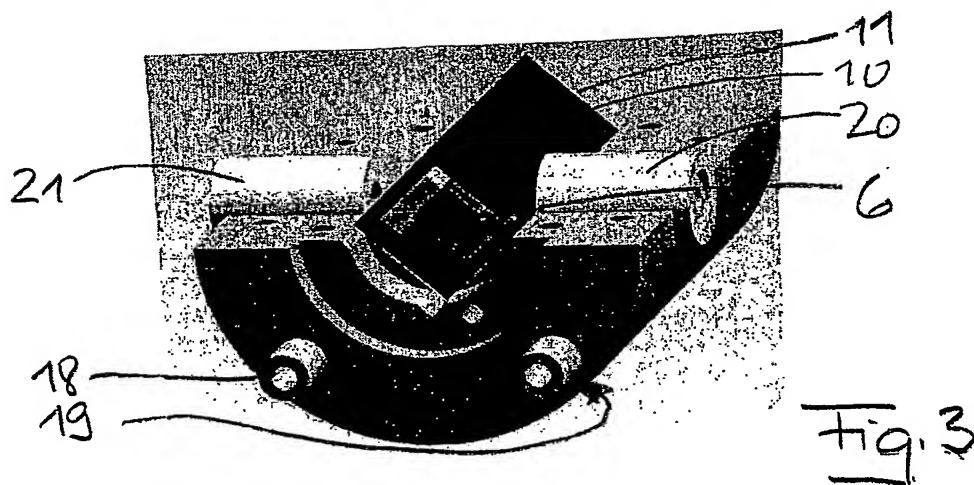
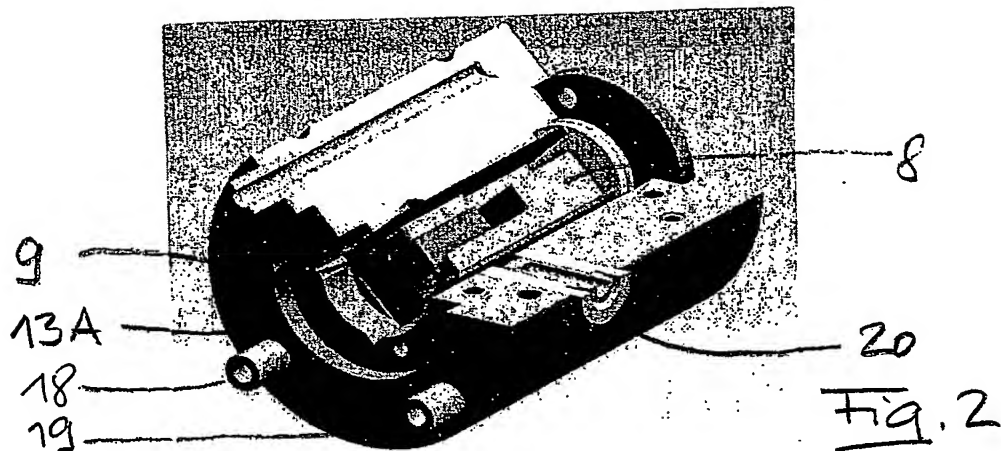


Fig. 1b



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.